

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4334619号
(P4334619)

(45) 発行日 平成21年9月30日 (2009. 9. 30)

(24) 登録日 平成21年7月3日 (2009. 7. 3)

(51) Int. Cl.

B29C 67/00 (2006.01)

F I

B29C 67/00

請求項の数 12 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願平9-520496	(73) 特許権者	595109650
(86) (22) 出願日	平成8年11月6日 (1996. 11. 6)		ストラタシス・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2000-500709 (P2000-500709A)		STRATASYS, INC.
(43) 公表日	平成12年1月25日 (2000. 1. 25)		アメリカ合衆国 55344 ミネソタ州
(86) 国際出願番号	PCT/US1996/017863		、エデン・プレーリー、マーティン・ドラ
(87) 国際公開番号	W01997/019798		イヴ 14950
(87) 国際公開日	平成9年6月5日 (1997. 6. 5)	(74) 代理人	100084146
審査請求日	平成13年7月3日 (2001. 7. 3)		弁理士 山崎 宏
審判番号	不服2007-10884 (P2007-10884/J1)	(74) 代理人	100081422
審判請求日	平成19年4月16日 (2007. 4. 16)		弁理士 田中 光雄
(31) 優先権主張番号	08/556, 583	(74) 代理人	100118625
(32) 優先日	平成7年11月13日 (1995. 11. 13)		弁理士 大島 康
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100065259
			弁理士 大森 忠孝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ソリッドプロトタイピング方法及びその装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

支持部材の上に、固体化可能材料の多数の層をあるパターンで連続して堆積させることにより、3次元の物理的物体を製造する装置であって；

押出材料を供給するためのノズル手段と；

入力及び出力を有しており、該出力がノズル手段に流体連通しており、ノズル手段に、流動状態の固体化可能材料の加圧された流れを供給する、ポンプ手段と；

ポンプ手段に連結されており、ポンプ手段が固体化可能材料を変更可能な加圧レベル及び変更可能な流速の下でノズル手段に供給するのを可能とする、駆動手段と；

ポンプ手段の入口に連結された出口を有しており、該入口に、固体化可能材料を、流動状態で且つ所定圧で、供給するものであり、該所定圧は、ポンプ手段の作動中の全ての加圧及び流速において、ポンプ手段が連続して作動するように、固体化可能材料を上記入口に連続して供給することを保証し、及び、ノズル手段に対して及び通して固体化可能材料の絶え間無い流れを保証するものである、加圧ステージと、を備えており、

固体化可能材料は、固体として加圧ステージに供給され、加圧ステージが、

上記固体を受けるための、及びそれに熱を加えて上記固体を流動状態の固体化可能材料に変えるための、コンジットと、

流動状態の固体化可能材料を上記所定圧に加圧するためにコンジット内に上記固体を物理的に押し進めるためのドライブ手段と、を具備していることを特徴とする装置。

【請求項 2】

10

20

固体化可能材料が一続きの固体ウエハとして加圧ステージの上記ドライブ手段に供給される、請求項 1 記載の装置。

【請求項 3】

上記各ウエハは、形づけられた非平面状の先面及び形づけられた非平面状の後面を備えており、ウエハの上記先面は次のウエハの後面に入れ子になるよう形成されている、請求項 2 記載の装置。

【請求項 4】

ドライブ手段が、供給路の回りに対立して配置された第 1 及び第 2 のベルトドライブからなり、該ベルトドライブは、両ベルトドライブのベルト間でウエハを受けて、それに作動動作を伝えるものである、請求項 2 記載の装置。

10

【請求項 5】

多数のウエハを保持するための取り外し可能なカセット手段と；
カセット手段を受け取るためにドライブ手段に並置されたホルダーと；
カセット手段から個々のウエハを取り外し、該ウエハをドライブ手段に入れさせる、手段と、を更に備えている請求項 2 記載の装置。

【請求項 6】

各カセット手段は電子的読み取り可能データ記憶装置を有し、ホルダーは、ホルダーへのカセットの挿入時に上記データ記憶装置に連結させるための接続手段を有しており、それによって上記データ記憶装置のデータが外部制御器に利用可能とされている、請求項 5 記載の装置。

20

【請求項 7】

ポンプ手段が、上記駆動手段に接続された回転推進機と該推進機を囲むメーティングコレットとからなる粘性ポンプであり、メーティングコレットはノズル手段に連結されている、請求項 1 記載の装置。

【請求項 8】

ノズル手段からの固体化可能材料を受け取るための取り外し可能な基板と；
取り外し可能な基板を支持するためのプラテンと；
基板上の固体化可能材料の制御された堆積を可能ならしめるよう、プラテンとノズル手段との間の相対移動を引き起こすための手段と；
上記基板に上記固体化可能材料を接着させるための手段と、を更に備えている請求項 1 記載の装置。

30

【請求項 9】

取り外し可能な上記基板は、固体化可能材料を受け取るための接着剤コーティングを備えており、該接着剤コーティングは、固体化可能材料の融点温度より低い融点温度を有しており、それによって、流動状態の固体化可能材料の堆積が上記堆積の下に在る上記接着剤コーティングの溶解を引き起こし、その硬化が固体化可能材料が固体化すると起こる、請求項 8 記載の装置。

【請求項 10】

上記基板は一枚の磁気材料であり、上記プラテンは上記磁気材料を引き付けるための磁気手段を有している、請求項 9 記載の装置。

40

【請求項 11】

上記プラテンは少なくとも 1 個の磁気センサーを有しており、ノズル手段は磁気材料からなっており、磁気センサーは、相対移動を引き起こす上記手段の制御を可能とするための制御器に信号を供給するものである、請求項 8 記載の装置。

【請求項 12】

支持部材の上に、固体化可能材料の多数の層をあるパターンで連続して堆積させることにより、3次元の物理的物体を製造する方法であって、その方法は、
押出材料を供給するためのノズル手段と、
入力及び出力を有しており、該出力がノズル手段に流体連通しており、ノズル手段に、流動状態の固体化可能材料の加圧された流れを供給する、ポンプ手段と、

50

ポンプ手段が固体化可能材料を変更可能な加圧レベル及び変更可能な流速の下でノズル手段に供給するのを可能とする、駆動手段と、
ポンプ手段の入口に連結された出口を有しており、流動状態の固体化可能材料を上記入口に供給する、加圧ステージと、
を備えた装置を用いるものであり、
ポンプ手段をして流動状態の固体化可能材料を連続してノズル手段に供給させる駆動手段を制御する工程と、
固体化可能材料のウエハを、上記加圧ステージで所定圧が造られるのを保証する速度及び力で、加圧ステージに供給する工程と、を備えており、上記所定圧は、ポンプ手段の作動中の全ての加圧及び流速において、ポンプ手段が連続して作動するように、固体化可能材料を上記入口に連続して供給することを保証し、及び、ノズル手段に対して及び通して固体化可能材料の絶え間無い流れを保証するものであることを特徴とする方法。

10

【発明の詳細な説明】

発明の分野

本発明は、層プロトタイピング方法及び装置に関するものであり、特に、複数の加圧ステージが固体モデル生産物の改良を可能にするソリッドプロトタイピングシステムに関するものである。

発明の背景

層製造法は1万年以上前に存在しており、職人が粘土に回転を連続して加えてポットや花瓶のような複雑な物体を造り上げることによって行われていた。最近の改良技術としては、ダブリュ・ダブリュ・マクキャロル(W.W.McCarroll)の米国特許556472号及びアール・ベーカー(R.Baker)の米国特許1553300号に記載の金属を堆積する方法、エー・ジェイ・ハーバート、"固体物生成", ジャーナル・アプライド・フォト・エンジニアリング, 1982(A.J.Herbert, "Solid Object Generation", J.Appl.Phot.Eng., 1982)及びシー・ダブリュ・フル(C.W.Hull)の米国特許4575330号に記載の紫外線硬化ポリマーを堆積する方法、ダブリュ・イー・マスターズ(W.E.Masters)の米国特許4665492号に記載の材料の飛沫を噴射する方法、ブイ・ブラット(V.Pratt)他の米国特許5038014号に記載の微粒子を焼結する方法、ピー・エル・ディマッテオ(P.L.DiMatteo)の米国特許3932923号に記載の連続したリボンを適用する方法、及びシー・ダブリュ・フル(C.W.Hull)他の米国特許5192559号に記載の形作られた紙の層を適用する方法がある。

20

30

そのような方法は累積的に層製造法と呼ばれる。最近のコンピューター化された実施形態では、造られる物理的パーツの数学的描写が(通常は)平らな層に分割され、それらの層が、個々に形作られて最終パーツの生産に適用される。

近年の層製造法の主要な適用は、設計検査、妨害テスト、顧客受け入れ、及び機能テストのためのコンピューター援用設計(CAD)モデルの物理的同等物を急速に生産する、急速プロトタイピングに関するものであった。固体化可能材料のコンピューター制御堆積はブイ・バラバアラ(V.Valavaara)の米国特許4749347号に記載されている。バラバアラ(Valavaara)技術は、1990年10月1日発行、ジェイ・エス・バッチェルダー(J.S.Batchelder)他のIBM技術開示会報(IBM Technical Disclosure Bulletin)の垂直方向ノズルを変形したものである。フィラメント又はロッドの固体材料を供給材料として用いる改良方法が、エス・エス・クランプ(S.S.Crump)の米国特許5121329号に記載されている。更なる改良が、エス・エス・クランプ(S.S.Crump)の米国特許5340433号及びジェイ・エス・バッチェルダー(J.S.Batchelder)他の米国特許5402351号に記載されている。

40

本発明の目的は、押出加工系層製造法の改良された方法における相反した要求を解決することである。本発明の核心は、パーツがより迅速に造られるように材料がノズルから押し出される速度を同時に増大させること、より所望の機械的特性を持った物理的パーツを生産するために押出物の粘度の増大を可能にすること、及びより良い特徴解像度を達成するために押出物の横断面面積を減少させることである。高い要求圧力、材料流れの高速度、

50

及び圧力の高い変化率の組み合わせは、存在する技術によって十分には果たされない。
本発明の第2の目的は、堆積される材料の組成を局部的に変化させるのに、押出加工系層製造法の本質的な能力をより良く利用することである。これは、多数の押出機、幾つかの材料源の1つから押出機に自動で供給する能力、及びこれらの幾つかの源の利用可能性及び堆積特性を感知する能力を含んでいる。

本発明の第3の目的は、典型的な技術環境において操作者の大きな助け無しに機能する層製造法を実行するシステムを提供することである。これは、加工処理特性、発生パーツの簡単且つ自動的な取り扱い、環境の振動無感応設計、及び低振動発生を、監視及び変形する能力を含んでいる。

発明の概要

改良された押出加工系層製造法システムは1個以上の押出機を有しており、各押出機は加圧を増大させる少なくとも2つのステージを含んでいる。好ましい実施形態では、加圧の第1ステージは、熱可塑性の固体ウエハがオリフィスを通して加熱室に入る動作によって造られている。他の好ましい実施形態では、ウエハは、電子的タグの付いた取り外し可能なカセットに保管されており、要求次第、ウエハをカセットからトラクター供給機構に供給するステーブラー機構によってカセットから取り外される。各実施形態では、加圧の第2ステージは、全ての予想されるポンプ速度の下で熱可塑性材料のポンプへの流れを維持する第1ステージ加圧と共に、ポンプによって提供される。

【図面の簡単な説明】

図1は押出加工系層製造法システムの構成図を示す。

図2は押出加工系層製造法システムのフィラメントドライブの構成図を示す。

図3は2つのステージ加圧システムを含む本発明の一実施形態を示す。

図4A及び図4Bは熱可塑性材料のウエハの姿を示す。

図5Aはウエハを運搬及び分配するための、電子的タグの付いたカセットを示す。

図5Bはカセットの前部及び頂部(部分的)の透視図を示す。

図6は本発明で用いるプラテンにおけるノズルゲージセンサーを示す。

好ましい実施形態の詳細

押出加工系層製造法のプロセスフローは一般に図1に示される。コンピュータ援用設計(CAD)プログラムは、プロセッサ102の中にあり、製造されるパーツ109を幾何学的に記述するファイルを発生する。このファイルは、通信ライン106を介してプロセッサ108に移される。プロセッサ108は、ノズルから押し出され得る形状物110に相当する体積要素にそのファイルをアルゴリズム的に細分するプログラムを含んでいる。付加的な体積要素112が、パーツに、その構築中に、機械的支持を与えるために加えられる。体積要素は、堆積材料が適切に支持されるよう、また、前の堆積材料がその後の堆積を邪魔しないよう、継続的に並べられる。

瞬時速度及び堆積速度は、一連の体積要素112を形成する押出ヘッドが用いる軌道に係している。ライン114を通して受信される信号に答えて、電子制御器116は、ロボット/ガントリー118をして、決定された軌道及びタイムベースに従って支持基板124に対して押出機ヘッド120及びノズル122を継続的に位置させる。押出機は、最終パーツ126を生産するために、予め決められた押出速度でノズル122から熱可塑性材料を同期的に押し出す。パーツ126は、低融点熱可塑性接着剤128(その機能は更に詳細な以下の記述で考慮される)の層によって基板124に接着される。

2つのステージ加圧

高速層製造法のための押出機の設計は、ピーク圧力能力、圧力機敏性、圧力均一性、発生ガス、温度適合性、信頼性、及びコストによって規定される。

ピーク圧力：関係する押出材料の粘度(ν)は、ワックスや液体材料に係る数センチポアズからエンジニアリングプラスチックに係る約10000ポアズと、いろいろである。関係するノズルオリフィスの内径(d)は、0.003~0.03インチの範囲である。ノズルオリフィスと略等しい横断面を持った押出物を堆積している間のノズルの最大線形速度(V)は、0.2~20インチ/秒である。オリフィスの長さが、典型的に、オリフィ

10

20

30

40

50

スの内径の 2 倍と仮定すると、パイプ内の圧力低下に関するポアズイユの式は、ノズルオリフィスを通して押出物を押し出すことに関係する圧力低下を評価するために書き直され得る：

$$\Delta P = 64 \cdot \nu \cdot V / d$$

低速度、低粘度、及び大きなオリフィス寸法の限界にて、要求される作動圧は、雰囲気より上の約 0 . 0 0 0 0 6 p s i であり、高速度、高粘度、及び小さなオリフィス寸法の限界にて、要求される作動圧は、雰囲気より上の 6 0 0 0 0 p s i 又は低圧力限界の 1 0 億倍である。

圧力機敏性：機械的制約は、ガントリーが直線軌道の同一直線上にない交差部に接近しながら直線軌道に沿ってその速度を緩めることを要求する。パーツはできる限り速く組み立てられるべきであるという時間制約は、ガントリーがそのような交差部から離れながらスピードアップすることを要求する。その結果として、支持ベースに関してノズルの瞬時ベクトル速度の大きさは、急速に変化する。例えば、2 0 インチ / 秒で動く、0 . 3 g ' s 加速度の、ガントリーは、5 0 ミリ秒で完全に止まる。これは、押出機に、ゼロから充滿圧力に又は充滿圧力からゼロになるいずれかのための最大応答時間を要求する。

圧力均一性：パーツを組み立てるために要求されるものから離れて、押出速度の変化は、最終パーツの表面に、観察できる変動を引き起こす。1 % 以下の変化が押出加工を均一に見させるために典型的に要求される。

発生ガス：多くの押出材料は、押出機を通して輸送される際にガスを放出する。幾分吸湿性である熱可塑性ポリマーは、その融点温度まで加熱されると水蒸気やスチームを放出する。放出され得るガスの他のタイプは、可塑剤、モノマー、及び酸化生成物である。押出機の加圧部位のガスは、サージタンクや調整器として機能し、また、押出機の圧力機敏性を減じる。従って、好ましい実施形態では、充滿圧力とされる押出材料の体積は、できる限り小さく維持される。

これらの相反した要求を満足するため、製造するのが安価であり且つ使用に信頼性がある低容積の押出機を作ることはもちろん、押出機によって行われる加圧プロセスは 2 以上のステージに分けられる。各ステージは、基準の幾つかのみを最適化することを余儀なくされる。加圧ステージは、入力圧力より高くなり得る出力の圧力を発生させる押出材料が流通する機械的サブユニットである。

全ての好ましい実施形態において、加圧の第 1 ステージは、押出材料が経験する絶対圧力を初期圧力から中間圧力まで増加させる。初期圧力は、通常、周囲の大気圧である。中間圧力は、初期圧力とノズルから押出材料を押し出すのに要求されるピーク圧力との間のレベルである。中間圧力は、最大限要求される容量堆積速度で加圧の第 2 ステージの入口に押出材料を押し込むのに要求されるものである。特に、中間圧力は、全ての予想される容量堆積速度下で加圧の第 2 ステージへの押出材料の適切な流れを保証し、また、押出材料の絶え間無い流れを保証する。

全ての好ましい実施形態において、加圧の第 2 ステージは、押出材料が経験する絶対圧力を、中間圧力から、最大限要求される容量堆積速度までの予め決められた速度でノズルから押出材料を押し出すのに要求される瞬時圧力まで、増加させるポンプを含んでいる。

図 2 はフィラメントドライブを示す。フィラメントドライブでは、0 . 0 7 インチ直径の熱可塑性のフィラメント 2 0 2 が、ゴム緩衝ローラー 2 0 6 を作動させるモータ 2 0 4 によって、オリフィス 2 0 8 を滑って通り、加熱された管 2 1 0 内に入り、ノズル 2 1 2 から出るように、押し出される。この機構は、加圧の第 1 ステージの一実施形態である。

図 3 はトラクタードライブ 3 0 2 を用いた本発明の好ましい実施形態を示す。トラクタードライブ 3 0 2 は、歯付きベルト 3 0 4、プーリー 3 0 6、圧力板 3 0 8、ドライブモータ 3 1 0、及びエンコーダ 3 1 2 を備えている。モータ 3 1 0 及びドライブベルト 3 0 4 は、加熱要素 3 1 9 を含む加熱された室（予熱器）3 1 8 内へ、予熱器入口 3 1 6 を通して、押出材料 3 1 4 の直方体物又はウエハを強制的に供給するよう作動する。押出材料は、領域 3 2 0 経由で流動可能な形態即ち流動体として、予熱器 3 1 8 を出る。

トラクター機構は、加圧の第 1 ステージの好ましい実施形態である。他の第 1 ステージ加

10

20

30

40

50

圧機構は、皮下注射器、ロッドドライブ、ギヤポンプ、及び気圧式又は水圧式の加圧装置を含んでもよい。

押出機の第２ステージに供給するのに十分な圧力を提供することに加えて、第１ステージは、幾つかの他の機能を果たす。押出材料が流動可能な形態で保管及び輸送されないならば、第１ステージは、押出材料を流動可能にする。好ましい実施形態では、第１ステージは熱可塑性物を加熱する液化機である。押出機の第１ステージで発生するガスは、第１ステージの出力が比較的低压である間に分離される。

図３において、予熱器３１８で流動性の押出材料から発生したガスは、連絡室３２２の押出材料から分離し、加圧の第２ステージへの入口にて回転シール３２４を通して押出機の外へ逃げる。

10

加圧の第１ステージを通る押出材料の供給速度は、第２ステージからの背圧、第１ステージの出力圧力からのフィードバック、又はフィードバック機構の組み合わせによって、制御され得る。図３において、圧力センサー３２６は、連絡室３２２に結合しており、その中の圧力を示す信号を、トラクタードライブ３０２の供給速度を順に制御する制御器に提供する。

加圧の第２ステージは、ジェイ・エス・バッチェルダ（J.S. Batchelder）他による米国特許第５３１２２２４号に記載されている円錐粘性ポンプ３３０を含んでいる。連絡室３２２からの流動性押出材料３２０は回転推進機３３２内へ供給され、可変速モータ３３６が、雌コレット３３４内で回転して、流動性押出材料を取り外し可能なノズル３３８の方へ押しやり、ノズル３３８及びオリフィス３４０から押し出す。

20

図３に示される設計は、高圧、すばやい圧力機敏性、及び圧力均一性の必要性を示している。第１ステージは、高粘度の押出材料を用いた時に、入力にてポンプが出力不足になったりキャビテーションを起こしたりするのを防止する。他の第２ステージは、ギヤポンプ、振動ピストンポンプ、ベーンポンプ、シングル又はデュアルウォームポンプ等を含む。押出材料パッケージング：層製造法の性質によって、相当量の押出材料がパーツを造る工程において分配される。典型的な堆積速度は、０．１～１０立方インチ／時の間である。押出材料がシステム内で１つのタイプに制約されるならば、技術を扱う多数の材料が有効である。これらは、糸巻きからのフィラメント、遠隔貯蔵所からの流動原料、ホッパからのペレット原料、及びマガジンからのスラッグ原料を含む。

好ましい実施形態では、押出材料源として固体ウエハが用いられる。ウエハの大きさは以下のように決定される。予熱器入口３１６は高さＨ及び幅Ｗの長方形の開口を有しており、予熱器３１８は長さＬの直線通路を有している。システムの最大押出速度Ｑにて、この直線部分（プラグ流と思われる）での押出材料のドエルタイム τ_{dwell} は、次の通りである。

30

$$\tau_{dwell} = L \cdot H \cdot W / Q$$

予熱器３１８の内表面から押出材料を通して拡散させるための十分な加熱に要求される溶解時間は、次式の指数関数的崩壊時間定数によって特徴づけられる。 $\tau_{dwell} = H^2 \cdot \rho \cdot C / K \cdot \pi^2$

上記式において、Ｋ、Ｃ、ρは、それぞれ、熱伝導度、熱容量、押出材料の密度を示す。ドエルタイムは少なくとも約３倍の指数関数的溶解時間と同じくらい大きくなければならぬので、要求は、入口の厚さＨが、それ故にウエハの厚さが、制約を満足させることである。

40

$$H \geq L \cdot W \cdot K \cdot \pi^2 / 3 \cdot Q \cdot \rho \cdot C$$

好ましい実施形態では、機械的障害制限に加えて押出機の寸法及び質量を小さく維持することの必要性は、Ｌ及びＷをそれぞれ多くても約１インチ及び０．７５インチに制約する。熱可塑性ポリマーのＫは約０．２ワット／（ｍ・）であり、ρは約１．２ｇ／ｃｍ^３、Ｃは約１．３ジュール／（ｇ・）である。従って、１０立方インチ／時の最大押出速度にとって、ウエハの厚さは０．１８インチより薄くあるべきである。トラクター３０２がウエハを予熱器３１８に運ぶ時にウエハがゆがんだり曲がったりしないようにするために、ウエハは上記限界より実質的に薄くあるべきではない。

50

図4 Aはウエハ402の一例である。典型的な寸法は、 $H = 0.5$ インチ、 $W = 0.75$ インチ、長さが2インチである。トラクター302は一連のウエハ402を予熱器310内に押し進めるので、各ウエハの先端はウエハの後端にかみ合って剪断力に耐えるよう形作るのが好ましい。ウエハ402の好ましい実施形態は、溝付きの後端406にかみ合うよう形作られた先端404を含んでいる。この設計は、先端404が予熱器318の入口を通してウエハ402をガイドするという利点を有する。

図4 Bは、キーの付いた溝412にかみ合うキーの付いた舌状物410を有し、且つ圧縮力はもちろん緊張が2つのウエハの連結点を通して伝わるのを許容するウエハ408の、代替の実施形態を示す。

ウエハはパッケージングの追加のレベルを要求する。それらは、保管及び取り扱いの間に、微粒子汚染のないよう維持されることを必要とする。それらは、また、しばしば、水蒸気から分離されることを必要とする。それらは、取り扱いが容易であり、未熟な操作者によってシステム中に取り入れられたり取り入れられなかったりし、パッケージ中のウエハが部分的に又は完全に消費された時に取り入れられない、パッケージ中に密集されることを必要とする。押出機が、パーツの製作中に、押出材料をあるタイプから他のタイプに変えなければならない時、材料の両タイプは押出機にとって手に入れやすいものでなければならない。システムが操作者の介入なしに異なった押出材料から継続的なパーツを組み立てよう期待されるならば、各材料はシステム中に保管されていなければならない。幾つかの押出機がシステム中で異なった材料を堆積することができるならば、それらの異なった材料は各押出機にとって手に入れやすいものでなければならない。

図5 Aは多数のウエハ502を保管するカセット504の好ましい実施形態を示す。ばね装填スライダ505は、ウエハ502がカセットから取り外されるよう、圧力板506を介してウエハ502をカセット504の前方へ押し押し続ける。カセット504は、取り外し可能なテープ（図示せず）で前のウエハを留めた保管の間ずっと、少なくとも4つの側面でウエハを囲んでいる。カセット504は典型的に収縮包装で輸送される。

使用において、カセット504は、ステープリング機構510の下にカセット504を向けるカセットホルダー508中に手で挿入され、また、一定の力を持ったスプリング512とカセット504（図5 B参照）の上部のスロット532を通して延びたアーム514を通して圧力板506に力を加えてウエハを消費されながら前進させる。

ステーブラー510は、ドライブモータ512と、ギヤドライブ514と、親ねじ516と、ナットとステーブラー歯518との組み合わせとを含んでいる。要求次第、トラクター302がカセット504の下に向けられ、そして、ステーブラー歯518が、カセット504の前のスロット530（図5 b）を通り抜け、カセットの出口スロット522を通して一番前のウエハ502を押し、それをトラクター302内に着座させる。

電氣的消去可能な読み取り専用メモリーのような電子的読み書き可能装置524が、カセットが手で挿入される時にコネクタ526を通して制御システムと電氣的接触するように、カセット504に取り付けられる。装置524は、種々の機能を持った電子的タグとして機能する。それは、カセット中にあり且つ材料を分配するための適切な押出加工パラメータを持った、押出材料のタイプの制御システムを知らせる。それは、カセット中のウエハの現番号を記録でき、また、カセット通し番号を提供する。

操作者フリー機能：層製造法の多くの機能が押出加工機械を操作する人によって実行される。そのような機能は、システム機械的調整、部分の初期化及び除去、及び堆積工程の改良を含んでいる。図6は操作者の多くの調整機能を軽減するセンサーを示す。1つ以上の磁気センサー602が、ビルドプラテン604中に埋め込まれており、押出機及び基板の相関的配置でパーツ組み立てを始める前に、制御システムに情報を提供する。ノズル606の円錐状外面は、少なくとも部分的に、強磁性材料で構成されている。センサー602は、ノズル606の形状に対応した空洞610を形成すべく除去された一面を有する、高電磁性透磁率材料608の環状体である。環状体の中心を通るワインディング612は、そのインダクタンスがノズル606の位置によって変化する誘導器を生じさせる。センサーに関するノズル位置は、3つの変位自由度で検知され得る。

10

20

30

40

50

図示のセンシング技術は、ノズル 6 0 6 の温度に無感応であり且つノズル 6 0 6 上に不定の厚さの押出材料のコーティングが可能であるので、好ましい。代わりのセンサー技術は、熱電対、圧力スイッチ、ストレインゲージ、キャパシタンスセンサー、赤外線検知器、光学送受信器、及びアコースティックレンジングを含んでいる。

取り外し可能な基板 6 1 4 上に堆積されたパーツは、2つの効果を克服するため、基板に強く接着されているのが好ましい。押出材料内で発生するひずみは、堆積構造物が正しい方向に支持されていないと、堆積構造物をゆがめる傾向にある。更に、ノズルからの引っ張りや静止していないパーツの求心的加速度のような、堆積構造物を曲げる傾向にある堆積プロセス自身からの力がある。基板 6 1 4 に堆積されたパーツは、パーツがダメージを受けることなく押出加工装置から取り外されるために、基板に弱く接着されている必要がある。

10

これらの相反した要求は、押出材料より低い温度で溶ける熱可塑性接着剤 6 1 6 で基板 6 1 4 を予めコーティングするという好ましい実施形態によって解決される。ビルドプラテン 6 0 4 (図示せず)の加熱要素は、パーツ完成後に基板からパーツが解放されるのを許す。

取り外し可能な基板 6 1 4 は組み立てられるパーツのための限定表面となるので、十分に限定された形態に保持されなければならない、好ましい実施形態ではそれは平面に略等しい。消耗され得る基板 6 1 4 の重量及びコストを低減するために、基板は柔軟であるように十分に薄くされ、その平面性はビルドプラテン 6 0 4 の平坦さにより保証される。

好ましい実施形態において、ビルドプラテン 6 0 4 は、まずフレームを鋳造し、3つの精密な平行レールを取り付けることによって、形成される。フレームはこれらのレールによって精密な表面プレート上につるされ、表面プレートとフレームとの間の隙間はエポキシ及びアルミニウムの微粒子の組み合わせのような調整可能な複合物によって充填される。結果として生じるプラテンは全体的に平らで、軽く、製作するのが安価である。

20

典型的な層製造法を特徴付け且つ制御するために要求されるプロセス変形例の数は、通常何百もある。これらの変形例を最適なパーツの質のために変えることは、典型的に熟練操作者によって行われる。これらの変形例の最も決定的なものは、単純スタンドアロンシステムにおいて自動調整を必要とする。好ましい実施形態において連続的で小さな調整を要求するキー変形例は、加圧の第2ステージで用いられる粘性ポンプの目盛り定めである。この目盛り定めは、予熱器に入るウエハ消費量をメモし、それを予め定めたウエハ消費量と終始比較することによって、行われる。好ましい実施形態では、ウエハ消費量は、トラクター 3 0 2 の何もしていない又は駆動していないベルトに取り付けられた光学エンコーダ 3 1 2 (図3参照)によって測定される。

30

操作者フリー機能の重要な要素は、層製造システムをそれが使われる環境に円滑に混ぜ合わせることである。これは、典型的に、システムがローカルエリアネットワークに存在し、また、システムが、レーザープリンターや他のプリンターと同様に、サーバーからスプールファイルを受け取り、要求のキューを取り扱い、状況情報で問い合わせに答えるように、振る舞う。その環境へのシステムの侵入を最小化するために、好ましい実施形態は、横方向の振動がその支持へ伝わらないように内部的に補償されている。好ましい実施形態は、全ての堆積作動を慣性基平面に接着させ、また、慣性基平面を振動防止装置によってシャーシーに接着させることによって、堆積システムから、システム環境によって生じる機械的ノイズ及び振動を分離する。慣性基平面は、垂直に向けられた鋳造矩形フレームである。

40

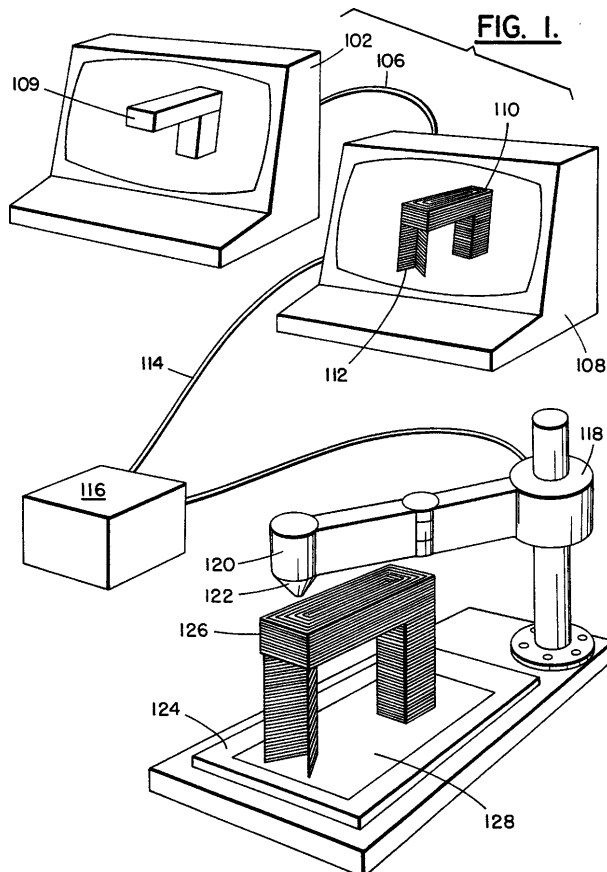
移動成分と慣性基平面との間の機械的結合の数を最小化するために、押出機は直接に慣性基平面上の線形ベアリングに付いている。押出機の動作(X方向にとられる)は、押出機と同じドライブベルトに取り付けられ且つ慣性基平面の反対側の線形ベアリングに取り付けられている釣り合いおもりによって、補償されている。プラテンの水平動作(Y方向にとられる)は、プラテンの下で直接に線形ベアリングに乗っており且つプラテンのように反対方向へ動く釣り合いおもりによって、補償されている。プラテン及びその釣り合いおもりの垂直動作は、一組のベルトによって行われ、釣り合いおもりを有していない。

50

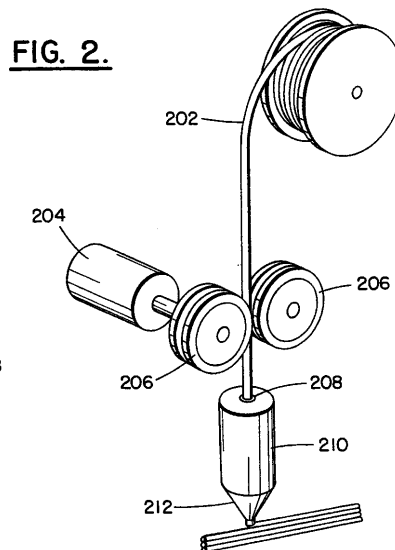
好ましい実施形態では、押出加工プロセスからの揮発性物質が、活性炭フィルターを通した室内への空気戻しを排出することによって、周囲を取り巻く環境に戻される空気から除去される。

上記記載は本発明の単なる例証であると理解されるべきである。種々の選択や変形が、本発明から外れることなく、当業者によって工夫され得る。例えば、上記で言及されている材料は一般に熱可塑性物であるが、当業者は、液体金属、セラミックスラリー、複合体等のような他の材料を本発明で用い得ることを理解できる。従って、本発明は、添付クレームの範囲内に入る全ての選択、変形、及び多様性を包含することを意図されている。

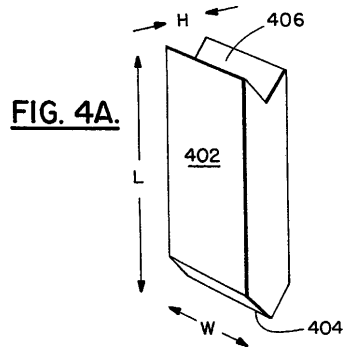
【図 1】



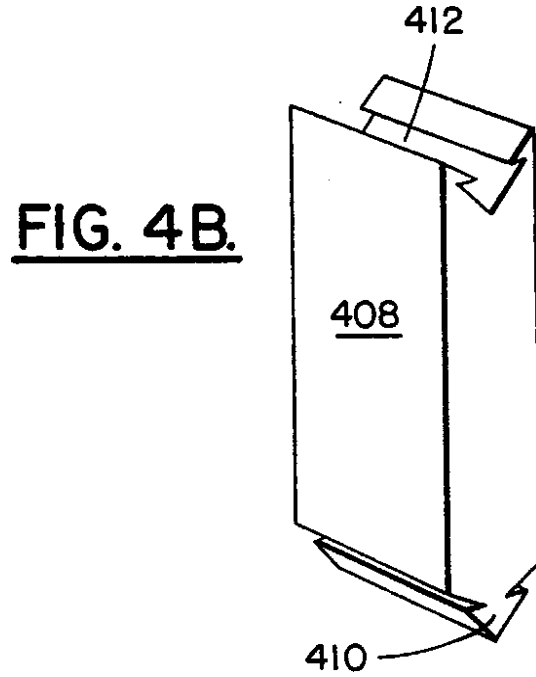
【図 2】



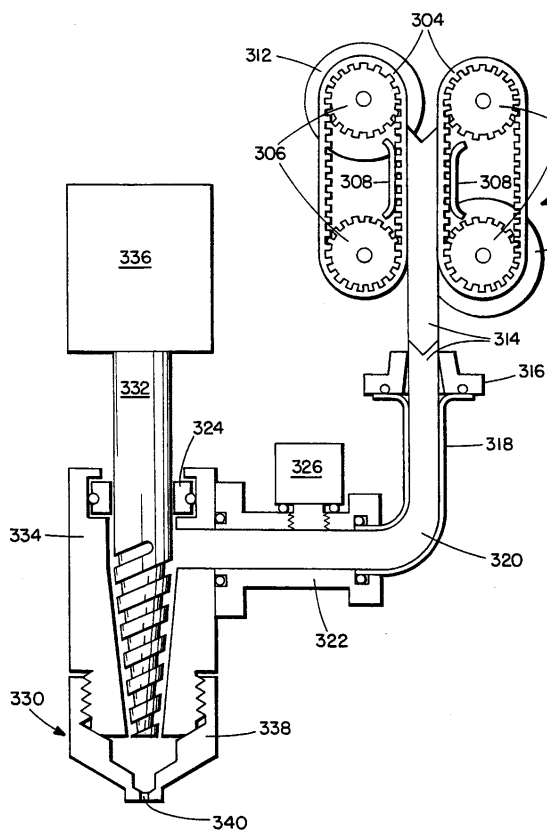
【図 4 A】



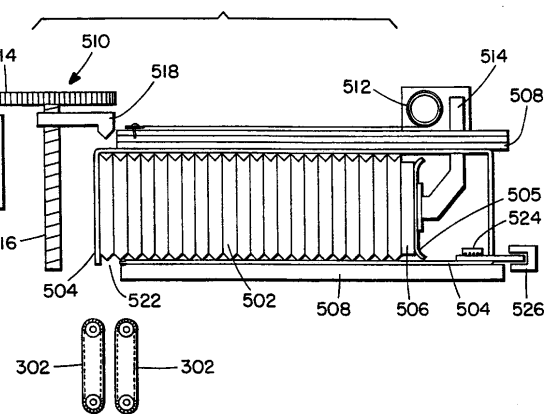
【図 4 B】



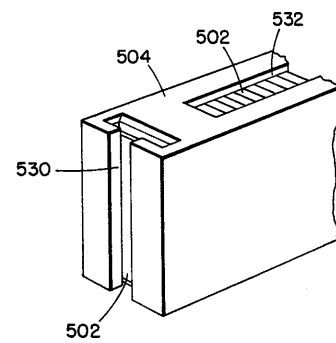
【図 3】

FIG. 3.

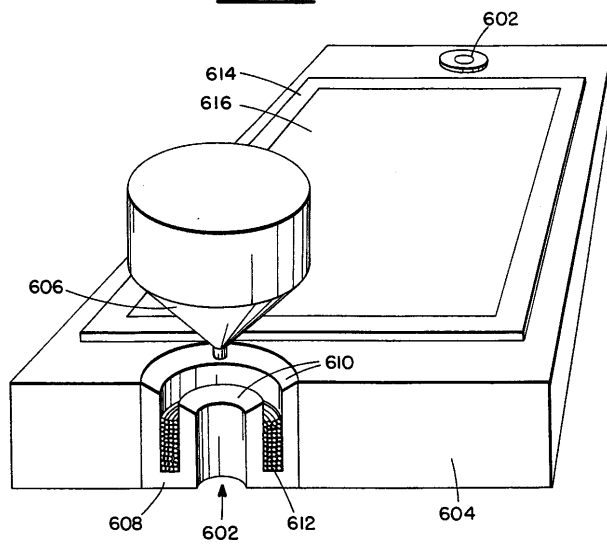
【図 5 A】

FIG. 5A.

【図 5 B】

FIG. 5B.

【 図 6 】

FIG. 6.

フロントページの続き

(72)発明者 バチェルダー, ジョン・サミュエル

アメリカ合衆国10589ニューヨーク州 サマーズ、キャンベル・ドライブ2番

(72)発明者 ジャクソン, ロバート・アール

アメリカ合衆国12545ニューヨーク州 ミルブルック、オーク・サミット・ロード、ボックス
235、ルーラル・ルート3番

合議体

審判長 渡辺 仁

審判官 亀ヶ谷 明久

審判官 一色 由美子

(56)参考文献 特開平03-158228(JP, A)

特開平06-307351(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 67/00 F04C 2/00-2/46